



(11) RO 132835 A1

(51) Int.Cl.

G02C 7/12 (2006.01),

G02B 5/30 (2006.01),

G01N 21/21 (2006.01)

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00167**

(22) Data de depozit: **20/03/2017**

(41) Data publicării cererii:
28/09/2018 BOPI nr. **9/2018**

(71) Solicitant:

- INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR-INCDFM, STR.ATOMIȘTILOR NR.405 A, MĂGURELE, IF, RO;
- PRO OPTICA S.A., STR.GHEORGHE PETRAȘCU NR.67, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
- INSTITUTUL DE OPTOELECTRONICĂ S.A., STR.GHEORGHE PETRAȘCU, NR.67, ET.4, CAM.401, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

- COTIRLAN-SIMIONIU COSTEL, CALEA FERENTARI NR. 72, BL.7C, SC. B, AP. 13, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
- RIZEA ADRIAN, ALEEA BUDACU NR.5, BL.M3, AP.47, ET.1, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
- MARIN CONSTANTIN, STR. IALOMIȚEI, NR.9, BL. B35, SC. A, AP. 9, ET.4, SLOBOZIA, IL, RO

Data publicării raportului de documentare:

28/09/2018

(54) OCHELARI CU METASUPRAFEȚE PLASMONICE FUNCȚIONÂND CA ANALIZOR DE STĂRI DE POLARIZARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la niște ochelari cu metasuprafețe plasmonice, utilizati în obținerea și prelucrarea imaginilor, în condiții dificile de vizibilitate, sau pentru sporirea calității imaginilor achiziționate. Ochelarii conform inventiei sunt alcătuși din niște lentile (3) plane cu substrat transparent în domeniul vizibil, cu ambele suprafete (1, 5) structurate prin metode litografice, prima suprafață (1), cea dinspre obiect, având rol de lamelă retrodoare, ce realizează un defazaj constant de $\pi/2$ pentru stări de polarizare liniare ortogonale, prin intermediul unor nanoantene plasmonice, având formă de potcoavă pătrată, cu axe optice rotite între ele cu 180° pe o anumită direcție din planul metasuprafețelor, iar a doua suprafață (5), cea dinspre observator, având rol de arie de micropolarizori liniari, este constituită din câte patru micropolarizori pătrați de latură l , cu plan individual de polarizare rotit la 45° față de micropolarizorii adiacenți, grupați într-un macropixel de latură $2l$, astfel încât imaginea finală să se obțină pe retina umană cu o profunzime mai mare a câmpului de vedere, și cu un contrast îmbunătățit.

Revendicări: 2

Figuri: 3

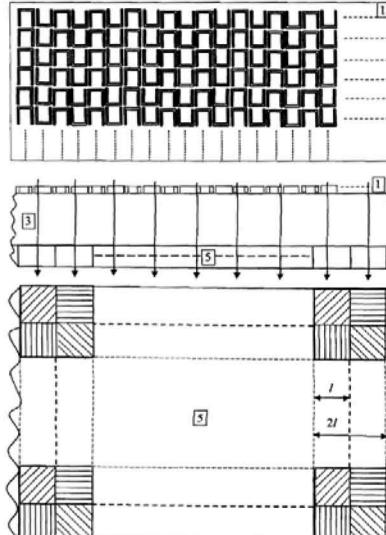


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



RO 132835 A1

39

| |
|--|
| OFICIAL DE STAT PENTRU INVENTII SI MARCI |
| Cerere de brevet de inventie |
| Nr. a 2017 00 167 |
| Data depozit ... 20 -03- 2017 |

OCHELARI CU METASUPRAFETE PLASMONICE FUNCTIONAND CA ANALIZOR DE STARI DE POLARIZARE

Domeniul tehnic

Prezenta inventie se refera la un tip de ochelari pentru domeniul vizibil, 400 - 750 nm, cu un ansamblu de doua interfete cu nanostructuri plasmonice sau metasuprafete (MTS) plasmonice, realizate ca o structura specifica de analizor de stari de polarizare pe cele doua suprafete ale lentilelor. Interfata lentilelor dinspre obiect este structurata anizotrop pe intreaga arie ca lamela retardoare in sfert de unda (MTS1), iar interfata lentilelor dinspre ochi (MTS2) este structurata ca arie de pixeli cu micropolarizatori liniari. Acesti ochelari traduc in practica avantajele imagisticii polarimetrice [J. Scott Tyo *et al.*, Applied Optics, 45(22), 5453 (2006)] in vizibil si utilizeaza capacitatea de integrare a ochilor. Nanostructurile realizate conform acestei inventii pe suprafata lentilelor constituie in ansamblul lor MTS, adica metamateriale (MTM) bidimensionale.

MTM sunt o clasa de materiale compozite cu structura ordonata care interactioneaza anizotrop sau izotrop, intr-un plan sau mai multe, cu radiatia electromagnetică in moduri neobservate in mod natural. Aceste proprietati se datoreaza inclusiunilor sau formatiunilor fabricate artificial cu dimensiuni mai mici decat lungimea de unda de operare, distribuite regulat in masa sau pe suprafata unei matrici (material de baza) si sunt extrinseci, adica de natura diferita fata de materialul matricei. Daca inclusiunile sunt metalice, atunci MTM sunt desemnate ca plasmonice, adica materiale in care apar oscilatii colective ale electronilor de conductie induse rezonant prin excitarea cu lumina. Acestea prezinta indice de refractie negativ si permit fabricarea componentelor optice ultrasubtiri fara aberatiile optice clasice introduse de dioptrii sferici.

Inovatia isi propune imbunatatirea profunzimii campului de vedere si a contrastului imaginilor percepute de ochi in conditii dificile de vizibilitate, atat pe timp de noapte cat si pe ceata. Acesti ochelari sunt utili, de asemenea, pentru eliminarea efectului de orbire provocat de lumina farurilor automobilelor care vin din sens contrar in traficul de noapte. Fenomenele fizice care intervin la interfete sunt reflexia, refractia, difractia, interferenta, iar pe un ansamblu de nanostructuri sau particule sunt imprastierea, atenuarea si polarizarea luminii.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu

Dr. Cotirlan-Simioniu Costel

1

Stadiul tehnicii

De-a lungul timpului s-au cautat metode si sisteme pentru cresterea rezolutiei imaginilor achizitionate si filtrarea informatiei optice pentru evidențierea semnalului util din zgomotul de fond. Una dintre metode este imagistica polarimetrica. Domeniul de aplicare a acesteia si modul de functionare a unui analizor de stari de polarizare in procesarea componentelor vectorului Stokes, un vector real cu patru elemente introdus in 1852 pentru a descrie lumina total sau partial polarizata pe baza masurarilor de intensitate, au fost tratate in extenso de catre J. Scott Tyo *et al.* in „Review of passive imaging polarimetry for remote sensing applications”, Applied Optics, 45(22), 5453-5469, 2006. De asemenea, W. Lukosz a demonstrat in “Optical systems with resolving powers exceeding the classical limit. II, J. Opt. Soc. Am. 57, 932-941 (1967)” ca este posibila cresterea largimii de banda a armonicilor care formeaza o imagine prin redirectionarea frecventelor spatiale, chiar dublarea largimii de banda prin transmiterea informatiei optice doar pentru o stare de polarizare.

Modalitati de realizare a celor doua metasuprafete pentru domeniul infraroșu mediu sunt descrise in [S. A. Kemme si colab., Sandia Report: SAND2006-6889, 60 pag, nov. 2006, S. L. Wadsworth1, Glenn D. Boreman, Optics Express 18(13), 13345-13360 (2010) si M. Kang, T. Feng, H. T. Wang, J. Li, Optics Express 20(14), 15882-15890, 2006]. Printre altele se mentioneaza ca prin compararea cristalelor birefringente cu o lamela cu comutare de faza din MTM s-a concluzionat ca lamela poate genera o diferență de indice de refracție între două polarizări liniare mai mare decât cristalele.

Nu este necesara o distanta lunga de interactiune a radiatiei cu materia (de exemplu pentru obtinerea rotirii planului de polarizare in cazul unei lamele retardoare in $\lambda/2$) si prin urmare MTM poate fi mai subtire decat lamela conventionala cu comutare. Mai mult, atunci cand MTM este mai subtire decat lungimea de unda avem de fapt o MTS, iar interactiunea provenind de la difractia luminii intre pixelii vecini poate fi neglijata. Prin urmare, controlul sub lungimea de unda a frontului de unda devine posibil (de exemplu un unghi de deflexie mai mare, focalizare mai stransa sau extinctie mai buna [J. J. Peltzer, P. D. Flammer, T. E. Furtak, R. T. Collins, R. E. Hollingsworth, Ultra-high extinction ratio micropolarizers using plasmonic lenses, 2011, 19(19), Optics Express 18072- 18079].

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu

Dr. Cotirlan-Simioniuc Costel

Prezentarea problemei tehnice

Viciile de refractie ale ochilor cum ar fi miopia, hipermetropia, presbitismul si astigmatismul sunt compensate de obicei cu ochelari de vedere recomandati de medici oftalmologi. Lentilele acestor ochelari de vedere au parametrii adevarati (dioptrie, distanta interpupilara, corectii de astigmatism, culoare) pentru o singura persoana si nu vindeca deformarile globilor oculari, scaderea flexibilitatii cristalinului sau opacifierea acestuia.

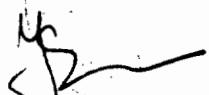
Pe de alta parte, rezolvarea unor detalii din imaginile observate in cazuri normale de vedere s-ar putea face prin marirea dioptrilor, dar nu se recomanda utilizarea indelungata a unor astfel de ochelari, pentru ca solicita ochii sa se adapteze la conditii care nu le sunt naturale.

Există ochelari stenopici cu lentile opace si perforatii de aproximativ 1 mm diametru (<http://www.pinhole.ro>) dispuse pe rânduri paralele. Acești ochelari sunt utili pentru refacerea într-un scurt timp a vederii, insă au un camp de vedere ingust și nu se recomanda a fi purtati *de ex.* in traficul rutier. În mod normal, toata deschiderea pupilei lasă să treaca lumina. Pentru ca perforatiile au efectul de a reduce unghiul solid de dispersie a razelor de lumina care vin din orice punct al obiectului privit, ochelarii stenopici duc la o vedere mai clara pentru miopie, hipermetropie, presbitism si astigmatism. Astfel, prin blocarea razelor periferice, lăsând să intre în ochi numai razele care trec prin portiunea de centru a pupilei, erorile de refractie sunt mult diminuate.

Ochelarii propusi in inventie, prin structura pixelata a metasuprafetelor, nu ingusteaza campul de vedere lasand sa treaca mult mai multa lumina, dar corecteaza intr-o masura mult mai mica viciile de refractie decat ochelarii stenopici. In schimb permit cresterea rezolutiei imaginilor achizitionate pe baza capacitatii de integrare a ochilor pentru imagini venite pe canale foarte apropiate si cu polarizari diferite. Fiecare canal transmite o informatie polarimetrica specifica de banda mai larga, caracterizata de o componenta a vectorului Stokes, iar sumarea informatiilor este realizata pe retina.

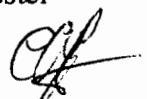
Integrarea tuturor semnalelor vizuale de banda mai larga prin ambii ochi ar duce la o imagine stereoscopica finala de rezolutie mai buna. S-ar pierde totusi din intensitatea luminii, datorita absorbtiei in straturile depuse pe cele doua interfete ale lentilelor. Acest efect ar fi putin sesizabil doar in conditii de iluminare scazuta.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



Dr. Cotirlan-Simioniuc Costel

3



Utilizare

Persoanele cu vedere normala ii pot utiliza la intregul potential. Se recomanda ca persoanele cu ochi cu focalizare anormala sa se acomodeze treptat. Timpul de folosire la inceput trebuie sa fie mai scurt, de exemplu 15 minute. Ulterior timpul poate fi marit.

Se recomanda folosirea acestor ochelari cu analizor de stari de polarizare atat pentru vederea la distanta (in spatiul liber), cat si la vederea in apropiere (in spatii inchise). In spatiile inchise poate sa apara necesitatea maririi intensitatii luminii, pentru ca metasuprafetele atenuaza din intensitatea luminii. Pot fi folositi, de asemenea, in timpul vizionarii programelor TV.

Expunerea inventiei

Prezenta inventie constă in două structuri de suprafată MTS1 (notata cu (1) in Fig.1, respectiv Fig.3) si MTS2 (notata cu (5) in Fig.3) realizate pe o lentila plana (3), transparente in vizibil, prima este pe interfata de intrare a razelor de lumina cu front de unda plan (2) de la scena observata si a doua pe interfata de iesire a frontului plan (4) catre ochiul observatorului. Prima are rol de lamela retardoare in sfert de unda, introducand un defazaj de $\lambda/4$ intre fasciculele de lumina cu stari de polarizare ortogonale, iar a doua cu o arie de polarizatori liniari are rol de analizor. Pixelii vecini de pe MTS2 sunt de forma patrata, fiecare are latura l si sunt dispuși intr-un alt patrat cu latura $2l$ astfel incat formeaza un macropixel. In cadrul macropixelului fiecare pixel polarizeaza liniar lumina cu planul de polarizare rotit la 45° fata de pixelii adjacenti. Macropixelul este capabil sa creeze 4 fascicule cu polarizare liniara la iluminarea cu lumina incidenta nepolarizata (2). Ansamblul MTS1 si MTS2 formeaza un analizor de stari de polarizare (ASP). Elementele componente ale MTS1, anume celula unitara cu dimensiunea D, si ale MTS2, respectiv pixelul cu dimensiunea l , constituie un canal care imprima selectiv o defazare, o polarizare liniara si o extinctie in sectiunea transversala totala a fasciculului de lumina, astfel incat fasciculul total care trece prin intreaga arie a lentilei plane sa fie suma fasciculelor cu 4 stari de polarizare liniare diferite, dar defazate in $\lambda/4$, care in final vor fi integrate pe retina ochiului uman.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu

Dr. Cotirlan-Simioniuc Costel

Pentru MTS1 ca lamela retardoare in sfert de unda ($\lambda/4$), nanoantenele plasmonice sunt structurate pe suprafata plana sub forma de potcoava patrata. Acestea sunt metalice sau semimetalice si pot fi structurate prin litografie in ultraviolet extrem (extreme ultraviolet lithography-EUVL) sau litografie nanoimprint (nanoimprint lithography-NIL), precum sunt fabricate si liniile pixelilor de polarizare de pe suprafata de iesire (MTS2).

De fapt, variația de fază de-a lungul unui rezonator optic este întotdeauna însotită de o variație mare în amplitudine. Însă este preferabil să obținem variația dorită a fazăi pentru fasciculul polarizat transmis cu o amplitudine egală de-a lungul rezonatorului. Pentru a reconcilia fază cu amplitudinea poate fi utilizată o schema cu dubla rezonanță pentru rezonatorii optici, astfel încât variațiile amplitudinii induse de cele două rezonante să se compenseze reciproc. Atunci amplitudinea transmisa va ramane aproape constantă pe serii întregi de rezonatori plasmonici de forme diferite [X. Ni, N. K. Emani, A. V. Kildishev, A. Boltasseva, V. M. Shalaev, Science 335 (6067), 427 (2012)] sau orientări diferite. În cazul acestei inventii se utilizează orientarea antiparalela a axelor optice pe Oy a doi rezonatori plasmonici de aceeași formă, dar cu dimensiuni mai mici decât lungimea de undă a radiatiei de lucru. În ce privește birefringenta, legea refracției (Snellius) poate fi generalizată în forma propusă în articolul [N. Yu, P. Genevet, M. A. Kats, F. Aieta, J. P. Tetienne, F. Capasso, Z. Gaburro, Science 334 (6054), 333–337 (2011)]:

$$n_t \sin \alpha_t - n_i \sin \alpha_i = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{d\Phi}{dx} \quad (1)$$

unde: α_t (α_i) corespunde unghiului incident (respectiv refracție) al undei plane, n_t (n_i) este indicele de refracție al regiunii incidente (respectiv de refracție), $d\Phi/dx$ este variația spatială a fazăi, iar λ lungimea de undă de lucru. Dacă presupunem că undă plană (2) nepolarizată este normal incidentă pe MTS1 ca în Fig. 1, atunci unghiul de refracție al undei plane cu polarizare liniară perpendiculară pe Ox (4) este dat de relația:

$$\sin \alpha_t = \frac{\lambda}{2\pi} \frac{d\phi}{dx} \quad (2)$$

pentru care s-a presupus în relația (1) că $\alpha_i=90^\circ$, iar $n=1$. Atunci variația liniară a fazăi pe direcția Ox, sau altfel spus $d\Phi/dx=\text{constant}$, poate duce la refracția undei plane polarizate liniar la un unghi determinat prin rel. (2), în timp ce undă polarizată perpendicular pe Oy va fi aproape nerefractată.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu

Dr. Cotirlan-Simioniu Costel

In acord cu schema din Fig.1, variația liniară a fazei are gradientul $d\phi/dx=2\pi/D$, unde D este dimensiunea unei celule cu nanoantene plasmonice pentru care unghiul de rotație al axei optice al nanoantenei variază cu valoarea π . Considerând marimea finită a unei semicelule cu o singură nanoantene plasmonice ca fiind (a) cu discontinuitatea $b-2w$, variația fazei pe această distanță D nu este continuă, ci discretă, în timp ce pe direcția perpendiculară discontinuitatea $a-b$ poate fi făcută mult mai mică. Dacă $a=b$, atunci structura plasmonica de suprafață este o serpentine ca în lucrarea [S. L. Wadsworth¹, Glenn D. Boreman, Optics Express 18(13) 13345-13360 (2010)] și birefringenta este maximă. Fiecare nanoantene este rotită față de nanoantene vecine cu π . Apare un decalaj de fază egal cu $\pi/2$ între undele cu două stări ortogonale de polarizare liniară pe Ox și respectiv Oy, adică lamelele retardătoare introduce o diferență de drum egală cu $\lambda/4$.

Discontinuitatea de fază depinde doar de controlul precis la un nivel sub lungimea de undă al profilului rotational al axelor optice ale antenelor, în care unghiul de rotație variază constant, și respectiv controlul discontinuităților spațiale $b-2w$ și $a-b$. Deci, prin simpla manipulare a acestor parametrii, pentru un material cu proprietăți plasmonice excelente pe domeniul spectral ales, se obține o deviație liniară a fasciculu lui luminos cu direcția de polarizare perpendiculară pe interfața de intrare MTS1, în condițiile în care lamelele plană pot fi foarte subțiri, pentru că variația fazei nu se acumulează în mediul lamelei prin dispersie, ci geometric pe suprafață sa.

Astfel, o proiecție simplă face cu puțină modelarea eficace a birefringentei la dimensiuni sub lungimea de undă de operare. Parametrii nanoantenei plasmonice din cadrul MTS1 din Fig.2 pot fi alesi conform lucrărilor [M. Kang *et al.*, Optics Express, 20(14) 15882-15890, 2012 și S. L.

Wadsworth, P. G. Clem, E. D. Branson, G. D. Boreman, Optical Materials Express, 1(3) 466-479, 2011]: $a=\lambda_c/3$, $b=0,2\lambda_c$, $w=0,033\lambda_c$, $h=0,066\lambda_c$, unde: λ_c este lungimea de undă centrală din domeniul vizibil, iar h este înălțimea nanoantenei.

Pentru MTS2 se pot alege parametrii după modelul precizat în [S.A. Kemme *et al.*, Sandia Report SAND2006-6889, Sandia National Laboratories, Nov. 2006], latura pixelului $l<20 \mu\text{m}$, înălțimea $h=\lambda_c/3,8$; perioada liniilor $T=0,1\lambda_c$, factor de umplere 50%, adică latimea liniilor metalice este egală cu distanța dintre ele. Ar putea ca $l=D$, dacă din optimizarea structurilor de interfață va

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



Dr. Cotirlan-Simioniu Costel



rezulta acest fapt, dar nu este util ca / sa fie sub dimensiunea celulelor cu bastonase sau conuri de pe retina umana.

Prezentarea avantajelor si dezavantajelor

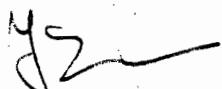
Avantaje

- Intrucat au suprafete plane lentilele acestor ochelari nu introduc aberatiile specifice dioptrilor cu raza de curbura;
- Devine posibil controlul frontului de unda al unei polarizari liniare fata de cealalta polarizare (un unghi de refractie mare) la dimensiuni sub lungimea de unda;
- Discontinuitatea de faza este de banda larga, adica depinde de lungimea de unda mai putin la nivelul structurilor de suprafata fata de cea din volumul lamelelor sau lentilelor;
- Conversia polarizarii este de aproape 100% pe directiile x si respectiv y. Nu va exista dupa trecerea prin MTS si MTS2 radiatie transmisa care sa-si pastreze starea initiala de polarizare;
- Pe timp de zi soarele este o sursa puternica de lumina inducand un domeniu dinamic larg pentru semnaturile de polarizare, dar noaptea gama dinamica a semnalului este mai mica, deci acestei ochelari traduc o mare parte din semnaturile de polarizare in semnal util, iar noaptea elimina efectul de orbire la lumina farurilor autovehiculelor ce vin din sens contrar;
- Sarcina retinei scade;
- Reduc durerile de ochi si de cap cauzate de lucru indelungat in fata calculatorului sau ecranului;
- Completeaza excelent antrenarea ochilor pentru imbunatatirea vederii;
- Nu trebuie prescrisi de catre medic, intrucat nu au efecte secundare.

Dezavantaje

- Structurarea suprafetelor se poate face economic deocamdata doar pe suprafete destul de limitate ca arie;
- Grosimi mari ale lentilelor duc la o anumita diafonie intre pixeli, adica la incidenta diferita de incidenta normala pot sa ajunga pe pixelii de la polarizor si semnale parazite, dupa o dubla reflexie pe cele doua interfete interioare, in afara de fasciculele care trec direct prin interfetele MTS1 si MTS2;
- Reduc din intensitatea lumинii receptate de ochi;
- Ariile prea mici ale pixelilor polarizatori ar putea diminua efectul general.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



Dr. Cotirlan-Simioniuc Costel



Prezentarea pe scurt a figurilor

Prezenta inventie poate fi mai bine inteleasa prin referire la desenele din figurile anexate:

- Fig. 1 ilustreaza principiul de functionare al primei interfete (MTS1) cu variatia liniara a fazei doar pentru o componenta polarizata liniar, unde (1) este o secventa de nanoantene plasmonice de pe MTS1, (2) frontul plan de unda nepolarizata la intrarea in MTS1, (3) lamela sau lentila plana, (4) frontul plan de unda polarizata liniar deviat la iesirea din lamela;
- Fig. 2 ilustreaza o nanoantena plasmonica de pe MTS1 cu definirea parametrilor ei;
- Fig. 3 ilustreaza configuratiile metasuprafetelor MTS1 notata cu (1) si MTS2 cu (5).

Prezentarea in detaliu a unui mod de realizare

Nanoantenele plasmonice de pe interfetele MTS1 si MTS2 se obtin pentru functionarea in vizibil prin litografie in ultraviolet extrem (EUVL) sau litografie nanoimprint (NIL) din materiale cu caracter metalic sau semimetalic selectate conform [G. Naik, A. Boltasseva, doi: 10.1117/2.1201201.004077, SPIE Newsroom 2012], de ex. din: Au, Ag, TiN, ZrN sau ITO.

Procedura tehnologică preferata de realizare a nanostructurilor pe suprafață este EUVL cu lift-off:

- substratul, care poate fi o placeta de BK7 transparenta in domeniul vizibil, se degreseaza prin fierbere in tricloretilena, apoi se clateste in acetona;
- se depune un strat de fotorezist AZ1505 prin spin-coating la 5000 rot./min, timp de 1 minut;
- se aplica un tratament termic la 120°C timp de 50 s intr-o etuva;
- se expune la radiatia EUV prin masca cu tiparul de elemente sub forma de potcoava realizata prin litografie cu fascicul de electroni pentru MTS1 si prin masca cu linii pentru MTS2;
- se developeaza fotorezistul expus cu AZ 726 MIF intr-un timp mai scurt de 1 minut;
- prin pulverizare catodică în sistem magnetron (RF sputtering) sau evaporare termică in vid (TVE) sau depunere cu laser pulsat (PLD) se depune stratul de 35÷50 nm de Au, Ag, TiN, ZrN sau ITO pe ambele interfete;
- cu remover AZ 100 sau acetona se indeparteaza fotorezistul cu strat metalic sau semimetalic si raman pe interfete elementele (nanoantenele) plasmonice.

In loc de EUVL se poate apela la litografia nanoimprint (NIL) aplicată în conformitate cu descrierea din referinta [Torres C.M.S., „Nanoimprint lithography: an alternative nanofabrication

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



Dr. Cotirlan-Simioniu Costel



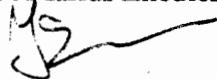
approach", Materials Science and Engineering: C, 23(1–2), 2003, 23–31] in etapa de impresionare a fotorezistului, apoi se parcurg celelalte etape descrise mai sus.

Modul in care inventia este susceptibila a fi aplicata industrial

Aplicațiile posibile ale opticii plane cu metasuprafetele propuse sunt în domeniul obtinerii și prelucrării imaginilor în condiții dificile de vizibilitate pentru soferi, piloti de aeronave sau nave maritime sau pentru sporirea calității imaginilor achiziționate în aplicații științifice, de mediu, biologie, medicina și farmacologie.

Tehnologic, noua soluție constructivă permite fabricarea și implementarea rapidă a opticii de polarizare fără aberații clasice în instrumente portabile, în scopul de a reduce prețul prohibitiv al echipamentelor cu optică complexă.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



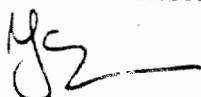
Dr. Cotirlan-Simioniuc Costel



Revendicări

1. Ochelari cu metasuprafete plasmonice functionand ca analizor de stari de polarizare, caracterizati prin aceea ca sunt alcătuiti din lentile plane cu substrat (3) transparent in domeniul vizibil: 400-750 nm, cu ambele suprafete structurate prin metode litografice, prima suprafata (1), cea dinspre obiect, cu rol de lamela retardoare realizeaza defazajul constant de $\pi/2$ pentru stari de polarizare liniare ortogonale prin nanoantene plasmonice sub forma de potcoava patrata cu axe optice rotite intre ele cu unghi relativ de 180° pe o directie bine precizata din planul metasuprafetelor, cu celula unitara de dimensiune D, iar a doua suprafata (5), cea dinspre ochi, avand rol de arie de micropolarizori liniari, este constituita din cate 4 micropolarizori patrati de latura l cu plan individual de polarizare rotit la 45° relativ la planul de polarizare al micropolarizorilor sau pixelilor adjacenti, grupati intr-un macropixel de latura $2l$, pentru ca imaginea finala sa se obtina prin integrare pe retina umana cu o profunzime mai mare a campului de vedere si cu un contrast imbunatatit.
2. Ochelari cu metasuprafete plasmonice functionand ca analizor de stari de polarizare cu metasuprafete plasmonice conform revendicarii 1 caracterizati prin aceea ca ansamblul metasuprafetelor (1) ca polarizor si (5) ca analizor realizeaza deviatia constanta doar pentru un front de unda polarizat liniar (4) in timp de frontul de unda polarizat orthogonal pe primul trece aproape nedeviat si astfel permite extinctia selectiva sau transmisia neafectata a fasciculelor luminoase polarizate delimitate de micropolarizorii liniari in conformitate cu orientarea relativa dintre polarizor si analizor.

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu



12

Dr. Cotirlan-Simioniu Costel



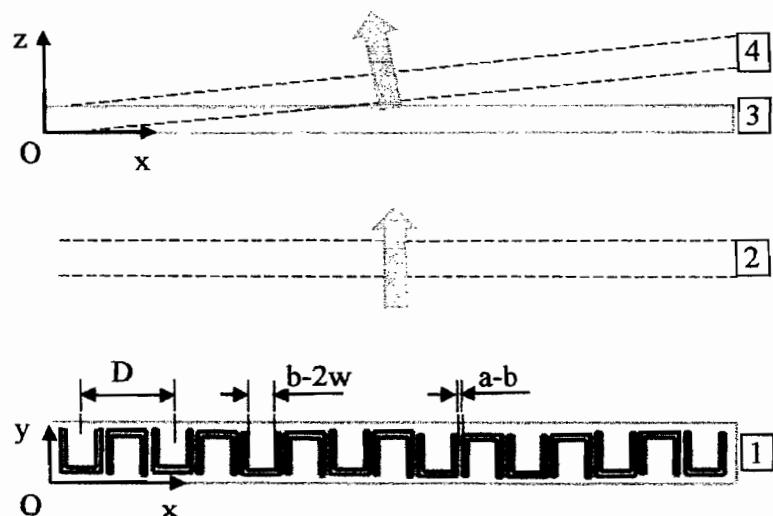


Fig.1

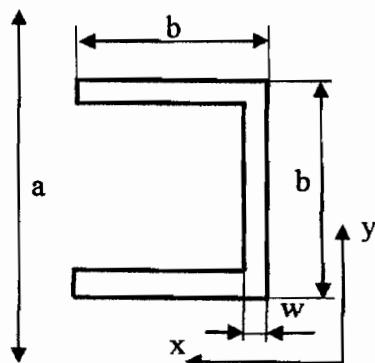


Fig.2

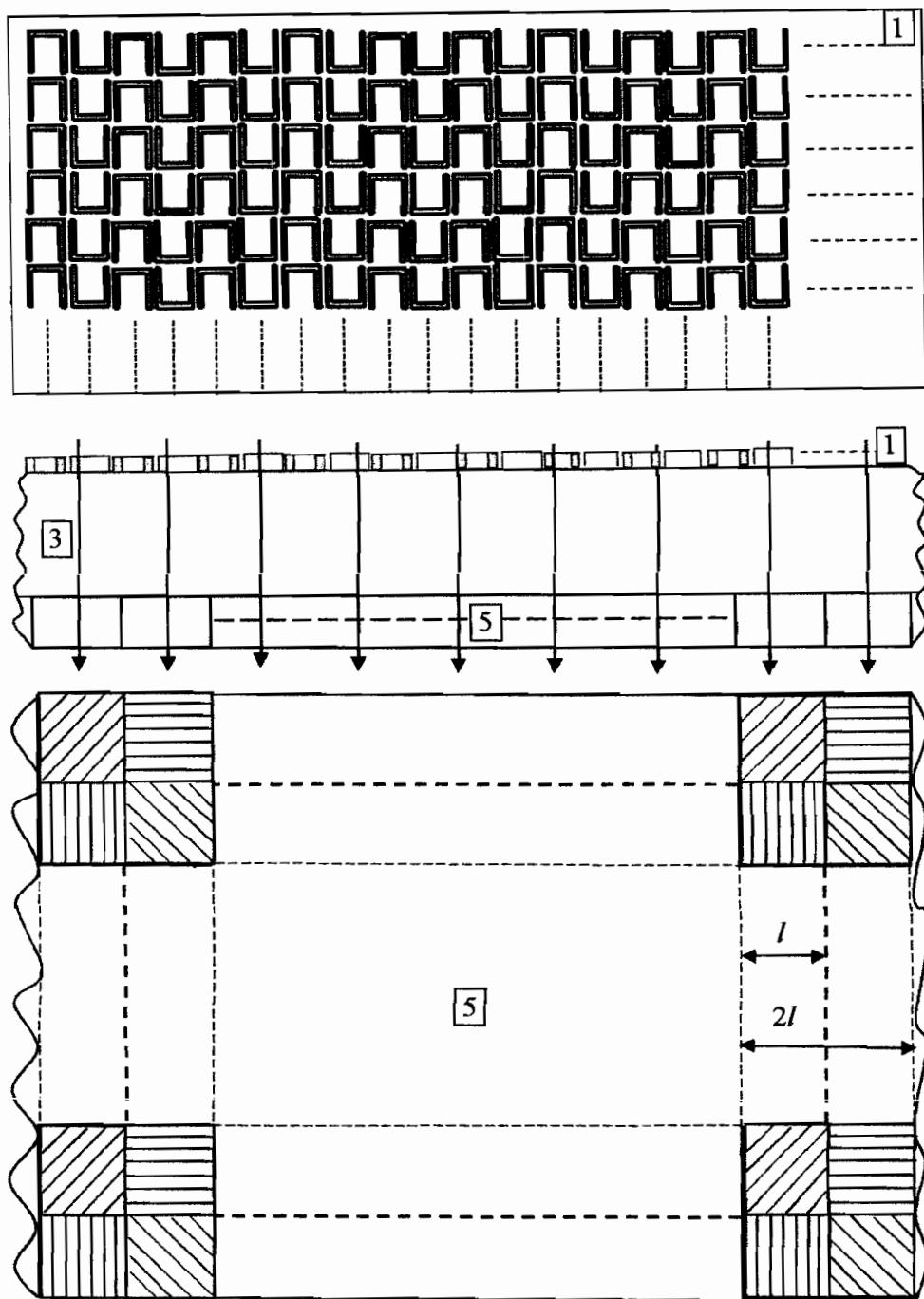


Fig.3

Director General INCDFM
Dr. Ionut Marius Enculescu

Dr. Cotirlan-Simioniu Costel



Serviciul Examinare de Fond: Electricitate-Fizică

Cont IBAN: RO05 TREZ 7032 0F33 5000 XXXX
 Trezoreria Sector 3, București
 Cod fiscal: 4266081

RAPORT DE DOCUMENTARE

| | | |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|
| CBI nr. a 2017 00167 | Data de depozit: 20/03/2017 | Dată de prioritate |
|----------------------|-----------------------------|--------------------|

| | |
|------------------|---|
| Titlul invenției | OCHELARI CU METASUPRAFEȚE PLASMONICE FUNCȚIONÂND CA ANALIZOR DE STĂRÎ DE POLARIZARE |
|------------------|---|

| | |
|------------|--|
| Solicitant | INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU FIZICA MATERIALELOR-INCDFM, STR.ATOMIȘTILOR NR.405 A, MĂGURELE, RO; PRO OPTICA S.A., STR.GHEORGHE PETRAȘCU NR.67, SECTOR 3, BUCUREȘTI, RO; INSTITUTUL DE OPTOELECTRONICĂ S.A., STR.GHEORGHE PETRAȘCU, NR.67, ET.4, CAM.401, SECTOR 3, BUCUREȘTI, RO |
|------------|--|

| | |
|--------------------------------|---|
| Clasificarea cererii (Int.Cl.) | G02C7/12 (2006.01); G02B5/30 (2006.01); G01N21/21 (2006.01) |
|--------------------------------|---|

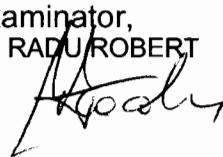
| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.) | G02, G01N |
|-------------------------------------|-----------|

| | |
|--|-----------------------------------|
| Collecții de documente de brevet cercetate | RO, DE, GB, US, FR, EP, PCT,... |
| Baze de date electronice cercetate | ROPATENT, EPOQUE, ESPACENET, WIPO |
| Literatură non-brevet cercetată | |

| Documente considerate a fi relevante | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Categorie | Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante | Relevant față de revendicarea nr. |
| A | US 2014/0085693A1 (UNIV NORTHEASTERN [US]) 27.03.2014 paragrafele [0006], [0010],[0086-0089]; revendicările 1, 9, 10, 23 A | 1-2 |
| | US8681428B1 (BROWN ROBERT G [US]; ROCKWELL COLLINS INC [US]) 25.03.2014 de la coloana 3, rândul 61 la coloana 45, rândul 52; de la coloana 8, rândul 16 la coloana 10, rândul 37; revendicarea 1, 17, 28. --- | 1-2 |

| Documente considerate a fi relevante - continuare | | |
|---|---|-----------------------------------|
| Categorie | Date de identificare a documentelor și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante | Relevant față de revendicarea nr. |
| A | EP2778755A1 (JOHNSON & JOHNSON VISION CARE [US]) 17.09.2014 paragrafele [0029-0039], fig.5-10 | 1-2 |
| Unitatea inventiei (art.18) | - | |
| Observatii: | - | |

Data redactării: 19.01.2018

Examinator,
RADU ROBERT


| Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate | |
|--|--|
| A - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară; | P - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată; |
| D - Document menționat deja în descrierea cererii de brevet de inventie pentru care este efectuată cercetarea documentară; | T - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu această, citat pentru mai buna înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează inventia; |
| E - Document de brevet de inventie având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al căruia conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant; | X - document de relevanță particulară; inventia revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur; |
| L - Document care poate pune în discuție data priorității lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul); | Y - document de relevanță particulară; inventia revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate; |
| O - Document care se referă la o dezvăluire orală, utilizare, expunere, etc; | & - document care face parte din aceeași familie de brevete de inventie. |